

9/846,233

**(54) MEMBRANE GAS DRIER**

(11) **6-134244 (A)** (43) 17.5.1994 (19) JP

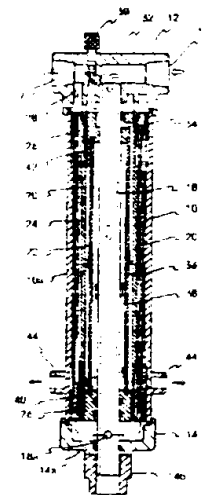
(21) Appl. No. 4-306370 (22) 20.10.1992

(71) ORION MACH CO LTD (72) HIDEO TAMAI(2)

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> B01D53 26,B01D53 22,B01D63 02

**PURPOSE:** To effect heat exchange between inlet air and purge gas to effect efficient dehumidification.

**CONSTITUTION:** In a membrane gas drier wherein a hollow yarn membrane 20 comprising high-molecular separation membrane is housed in a sealed vessel 10 and inlet air before being dehumidified is caused to flow inside the hollow yarn membrane and purge gas is caused to flow outside the membrane so that dehumidified gas is obtained on the outlet side of the membrane, while part of the dehumidified gas is circulated as purge gas, after the pressure of the dehumidified gas is reduced to turn it into purge gas, at a stage wherein the inlet air flows into the membrane 20, the purge gas is heat-exchanged with the inlet air to cool the inlet air, while heat exchange elements 18, 38 are provided to heat the purge gas.



BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-134244

(43) 公開日 平成6年(1994)5月17日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 0 1 D 53/26	Z	8014-4D		
53/21		9153-4D		
63/02		6953-4D		

審査請求 未請求 請求項の数4(全7頁)

(21) 出願番号 特願平4-306370

(22) 出願日 平成4年(1992)10月20日

(71) 出願人 000103921

オリオン機械株式会社

長野県須坂市大字幸高246番地

(72) 発明者 玉井 秀男

長野県須坂市大字幸高246番地 オリオン  
機械株式会社内

(72) 発明者 中村 順吉

長野県須坂市大字幸高246番地 オリオン  
機械株式会社内

(72) 発明者 小林 正樹

長野県須坂市大字幸高246番地 オリオン  
機械株式会社内

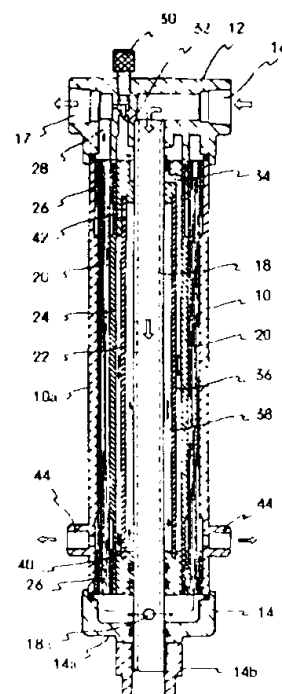
(74) 代理人 弁理士 綿貫 隆夫 (外1名)

(54) 【発明の名称】 膜式気体ドライヤ

(57) 【要約】

【目的】 入気とパージ気体とを熱交換させ効率的な除湿作用をなす。

【構成】 密封容器10内に高分子分離膜からなる中空糸膜20を収容し、中空糸膜の内側に除湿前の入気を通流させ、中空糸膜の外側にパージ気体を通流させることによって、中空糸膜の出口側で除湿気体を得るとともに、該除湿気体の一部を前記パージ気体として還流して利用する膜式気体ドライヤにおいて、前記除湿気体を減圧してパージ気体とした後、前記入気が中空糸膜20に流入する前段階に、前記パージ気体と入気とを熱交換して入気を冷却するとともにパージ気体を暖める熱交換部18、38を設けたことを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 密封容器内に高分子分離膜からなる中空糸膜を收容し、中空糸膜の内側に除湿前の入気を流通させ、中空糸膜の外側にバージ気体を流通させることによって、中空糸膜の出口側で除湿気体を得るとともに、該除湿気体の一部を前記バージ気体として還流して利用する膜式気体ドライヤにおいて、

前記除湿気体を減圧してバージ気体とした後、前記入気が中空糸膜に流入する前段階に、前記バージ気体と入気とを熱交換して入気を冷却するとともにバージ気体を暖める熱交換部を設けたことを特徴とする膜式気体ドライヤ。

【請求項2】 中空糸膜を收容する密封容器内に除湿前の入気を導入する入気導入パイプを設置し、

該入気導入パイプの外側は、バージ気体を流通させて入気とバージ気体とを熱交換させる内側流路を設けたことを特徴とする請求項1記載の膜式気体ドライヤ。

【請求項3】 入気導入パイプ内での入気の流れ方向とバージ気体の内側流路内での流れ方向とを反対向きにしたことを特徴とする請求項2記載の膜式気体ドライヤ。

【請求項4】 入気導入パイプ内に入気を乱流化するリボンスクレーパー根等の乱流手段を設けたことを特徴とする請求項2または3記載の膜式気体ドライヤ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は高分子分離膜を利用した膜式気体ドライヤに関する。

【0002】

【従来の技術】 高分子分離膜を使用したガス分離技術は、冷凍法や吸着法に比べて分離操作が容易でかつ省エネルギー化が可能であることから近年注目されている。膜式気体ドライヤもこの高分子分離膜を利用する装置で、水蒸気を選択的に透過させる機能を有する高分子分離膜を利用して除湿するものである。高分子分離膜を利用して除湿する方法としては、平膜を使用するプレートタイプ、チューブ型、スパイラル型、中空糸膜を使用する中空糸タイプが知られている。本出願に係る膜式気体ドライヤは中空糸膜を使用するタイプの装置である。

【0003】 高分子分離膜の中空糸膜を使用して除湿する装置は、実開平3-83617号公報（実開平2-70017号公報、実開平3-13645号公報等）に開示されている。図6は中空糸膜を使用したエアドライヤの一構成例を示す。この装置では密封容器内に多数本の中空糸膜を束状に収納し、A側から除湿するエアを密封容器内に導入し、B側から乾燥したエアを排気するように構成している。A側から中空糸膜6の一端側に導入されたエアは中空糸膜6の他端側まで流通する間に中空糸膜6の作用により水蒸気が排出されて除湿される。なお、中空糸膜6による除湿作用は中空糸膜6の内外で水蒸気分圧差があるこ

とにより中空糸膜6の内側から外側に水分の移動がおきることによって生じる。したがって、中空糸膜6内に除湿するエアを流通させると同時に、中空糸膜6の外側には水蒸気分圧の低いバージエアを流通させる必要がある。

【0004】 上記装置では中空糸膜6の外側にバージエアを流す方法として、中空糸膜6を通過して除湿されたエアを戻し流路7から一部取り込んで利用するようにしている。戻し流路7に設けた流量調節弁8はバージエア量を調節するとともに減圧して中空糸膜6側に戻すためのものである。このように、除湿後のエアを一部バージエアとして利用する方法は中空糸膜を使用した気体ドライヤでよく知られている方法である。こうして、中空糸膜の内部に除湿するエアを高圧で導入し、除湿後のエアを一部バージエアとして利用することによって、図6のA側から導入した除湿エアを、B側から乾燥エアとして得ることができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記のように中空糸膜を使用したエアドライヤではバージエアが流通する中空糸膜の外部は大気に連通して大気圧になっており、除湿後のエアをバージエアとして使用する際にエアは大気圧まで減圧される。この減圧によりバージエアが断熱膨張しエア温度が低下することが生じる。中空糸膜の除湿作用は前述したように中空糸膜の内外の水蒸気分圧差が大きいほど有効に作用するから、バージエアの水蒸気分圧は低いほど効率的である。上記のようにバージエアを減圧させることは水蒸気分圧を低下させる作用があるから、減圧作用はその意味において効果があるが、エア温度が低下することは相対的に水蒸気分圧を上げるから除湿作用の効果を減退させるという問題点が生じる。

【0006】 本発明は上記のように中空糸膜を使用したエアドライヤで、除湿後のエアをバージエアとして利用する際にエア温度が低下することにより、バージエアの水蒸気分圧が相対的に上がることによって除湿作用が低下することを防止することを目的とし、より除湿効率の高い気体ドライヤを提供しようとするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は上記目的を達成するための次の構成を備える。すなわち、密封容器内に高分子分離膜からなる中空糸膜を收容し、中空糸膜の内側に除湿前の入気を流通させ、中空糸膜の外側にバージ気体を流通させることによって、中空糸膜の出口側で除湿気体を得るとともに、該除湿気体の一部を前記バージ気体として還流して利用する膜式気体ドライヤにおいて、前記除湿気体を減圧してバージ気体とした後、前記入気が中空糸膜に流入する前段階に、前記バージ気体と入気とを熱交換して入気を冷却するとともにバージ気体を暖める熱交換部を設けたことを特徴とする。また、前記中

中空膜を収容する密封容器内に除湿前の入気を導入する入気導入パイプを設置し、該入気導入パイプの外側に、バージ気体を通流させて入気とバージ気体とを熱交換させる内側流路を設けたことを特徴とする。また、前記入気導入パイプ内での入気の流れ方向とバージ気体の内側流路内での流れ方向とを反対向きにしたことを特徴とする。また、前記入気導入パイプ内に入気を乱流化するリボンスクレーパー根等の乱流手段を設けたことを特徴とする。

#### 【0008】

【作用】除湿気体の一部がバージ気体として減圧されて還流された後、熱交換部で入気と熱交換して暖められ、バージ気体の相対湿度が低下する一方、入気に対しては冷却作用により相対湿度が上昇し、飽和状態に達した場合に水分の一部が水滴となって除去される。これによって中空糸膜の内外における水蒸気分圧差が大きくなり効率的な除湿作用をなす。入気導入パイプの外側にバージ気体を通流させる内側流路を設けることによって、コンパクトでかつ入気とバージ気体との熱交換を効率的に行うことができる装置として得ることが可能になる。入気とバージ気体との通流方向を反対方向にしたり、入気導入パイプ内に乱流手段を設けることによって熱交換作用をさらに効率的に行うことができる。

#### 【0009】

【実施例】以下、本発明の好適な実施例を添付図面に従って詳細に説明する。図1は本発明に係る膜式気体ドライヤの一実施例の内部構造を示す説明図。図2は実施例の外観図を示す。実施例の膜式気体ドライヤは上部に入排気部を設けた筒型の装置で、中空糸膜を収容する密封容器として円筒状のハウジング10を使用し、ハウジ

ング10の上端面と下端面にそれぞれ入排気ポート12とドレーン受けポート14を取り付けている。

【0010】入排気ポート12の外側面には図1に示すように除湿前の気体を導入する導入口16と除湿後の気体を排気する排気口17をそれぞれ反対側面に設け、入排気ポート12の上面の中央位置には導入口16に連通し、ハウジング10の下端に取り付けるドレーン受けポート14まで延びる入気導入パイプ18を固定する。入気導入パイプ18は入排気ポート12とドレーン受けポート14とを連結して入気をハウジング10内に導入す

ることとし、ハウジング10に入排気ポート12およびドレーン受けポート14を気密に取り付ける支持体として作用する。実施例では入気導入パイプ18として金属パイプを使用した。

【0011】ドレーン受けポート14はハウジング10の端面を受けるキャップ状に形成した受け部14aと、入気導入パイプ18の端部に蝶付けし受け部14aをハウジング10に取り付ける締付けキャップ14bを有する。締付けキャップ14bは入気導入パイプ18を連結支持体としてハウジング10、入排気ポート12、受け

部14aを一体に固定する。入気導入パイプ18の下端は開口するが、締付けキャップ14bを取り付けることによって端面が閉止される。受け部14aとハウジング10との間、ハウジング10と入排気ポート12との間の気密シールはOリングによる。入気導入パイプ18の下端部にはドレーン受けポート14内で開口する通気穴18aを設ける。実施例では入気導入パイプ18の外面に等間隔で4つの通気穴18aを設けた。

【0012】ハウジング10内にはハウジング10の上端から下端にかけて多数本の中空糸膜20を収容して膜モジュールを形成する。実施例ではハウジング10の外筒10aの内側に2重に内筒を設け、内筒と外筒との間に中空糸膜20を収容するように構成した。2重は入気導入パイプ18の外側に配置した第1の内筒22と第1の内筒22のさらに外側に配置した第2の内筒24である。入気導入パイプ18の外面と第1の内筒22の間、および第1の内筒22と第2の内筒24の間は気体を通流させる流路であり、第2の内筒24と外筒10aとの間には中空糸膜20を収納するスペース部分である。

【0013】中空糸膜20は外筒10aと第2の内筒24の両端のシール部26、26で端面をそれぞれ入排気ポート12とドレーン受けポート14内で開口させるとともに、中空糸膜20の外面間を相互に気密にシールして取り付ける。すなわち、中空糸膜20の内側流路が入排気ポート12、ドレーン受けポート14内の空間に連通する。ドレーン受けポート14内では通気穴18aが開口するから、中空糸膜20の内側流路と入気とが通気穴18aを介して入気導入パイプ18に連通する。一方、入排気ポート12内で開口した中空糸膜20の開口端は排気口17に通じる出口流路28に連通する。

【0014】30はバージ気体の流量を調節する流量調節弁で、出口流路28に連通させて設けた戻し流路32の中途に設ける。戻し流路32は出口流路28に排出されてきた除湿後の気体をバージ気体として中空糸膜20の外側を通流させるように導くための流路で、第1の内筒22と第2の内筒24との間に形成される外側流路36と連通穴34で連絡し、入気導入パイプ18と第1の内筒22との間に形成される内側流路38とは連通穴40を介して連通する。連通穴34はハウジング10内の上部側に、連通穴40は下部側に設けられ、内側流路38はさらにハウジング10内の上部側に設けた連通穴42を介して中空糸膜20を収容した第2の内筒24と外筒10aとの間に連通する。44は外筒10aの下部位置に設けたバージ気体排気口である。

【0015】本実施例の膜式気体ドライヤは上記のようにハウジング10内に収容した中空糸膜20の作用によって除湿するものであるが、以下に実施例装置の作用について説明する。除湿しようとする気体はまず導入口16から入気導入パイプ18内に導入する。気体は入気

導入パイプ18内をとおって下側の通気穴18aからドレイン受けポート14内に入り、中空糸膜20内を上向きに流通して入排気ポート12の出口流路28内に排気される。中空糸膜20の外周にはパージ気体が常時流通しており、中空糸膜20を通過する間に水蒸気が中空糸膜20の外周に浸出し、パージ気体によって外部に排出される。

【0016】中空糸膜20を通過して除湿された気体の一部分は流量調節弁30によって流量を調節して出口流路28から戻り流路32に取り込まれる。ここで取り込む気体量は除湿後の気体の10~20%程度である。戻り流路32から取り込んだ気体は外側流路36を下向きに流通した後、内側流路38を上向きに流通する。内側流路38内を流通する際にパージ気体は入気との間で熱交換する。パージ気体は流量調節弁30から戻り流路32に流入する際に減圧されることによって若干温度が下がるが内側流路38を流通する際に入気と熱交換することによってパージ気体が温められ、逆に、入気はパージ気体によって冷却される。この熱交換作用はパージ気体を温めることによってパージ気体の相対湿度を下げるという効果がある一方、入気を冷却することによって入気の相対湿度を上げるという作用をなす。

【0017】パージ気体は内側流路38を経過した後、連通穴42から中空糸膜20の膜外を流通してパージ作用をなす。前述したように除湿作用はパージ気体と入気との水蒸気分圧差が大きいほど有効に作用するから、パージ気体の相対湿度が低く、入気の相対湿度が高いほど効率的な除湿が可能になる。本実施例の膜式ドライヤは入気導入パイプ18のほぼ全長にわたってパージ気体と入気とが熱交換できるように内側流路38を入気導入パイプ18のほぼ全長にわたって設けた。また、実施例では入気の流れ方向と内側流路38でのパージ気体の流れ方向を反対向きにして相互間の熱交換が有効になされるようにした。なお、入気とパージ気体との熱交換により入気の水分子が一部分ドレインとして除去される。実施例ではドレインを入気導入パイプ18の下方に集め、締付けキャップ14bを随時外してドレインを除去できるようにした。

【0018】上記実施例の膜式気体ドライヤは、上述したように、パージ気体が中空糸膜20部分でパージ作用をなす以前の段階で入気と熱交換する部分を設けたことによりパージ気体に対しては相対湿度を下げ、入気に対しては相対湿度を上げ、これによって有効な除湿作用を可能にしたものである。また、入気導入パイプ18をハウジング10内の中央部に配置し、パージ気体の流路等を利用することによって装置全体をコンパクトに形成できるという特徴を有する。

【0019】図3は膜式気体ドライヤを使用して除湿する場合の各工程での水蒸気分圧を示す。膜式気体ドライヤを使用する場合は原料空気をコンプレッサーで昇圧さ

せ、冷却して飽和状態にした後に加圧状態で膜式気体ドライヤを通過させて除湿するのが効率的である。図で原料空気は20℃、60kPaであり、これをコンプレッサーで7kg/cm<sup>2</sup>まで昇圧させ、クーラーで30℃の飽和状態まで冷却した後、膜式気体ドライヤに流入させて除湿する様子を示す。膜式気体ドライヤでは加圧状態で除湿され、入口側から出口へ進む間に徐々に水蒸気分圧が低下していく。実施例の膜式気体ドライヤを使用して実際に運転した例として、流量7.5Nm<sup>3</sup>/h、圧力7.1kg/cm<sup>2</sup>、温度30℃、湿度30%飽和の条件でエアを流入させ、排出エアとして流量6Nm<sup>3</sup>/h、圧力7kg/cm<sup>2</sup>、温度30℃、湿度17%（大気圧下の露点）の乾燥エアを得た。なお、この場合のパージエア流量は1.5Nm<sup>3</sup>/hであった。

【0020】図4は膜式気体ドライヤの他の実施例を示す。この実施例では入気導入パイプ18内に入気の流れ方向と内側流路38内のパージ気体の流れ方向が同方向である点が上記実施例と異なり、その他の入気導入パイプ18および中空糸膜20の配置等の基本構成は上記実施例と同様である。すなわち、本実施例では流量調節弁30を介して戻り流路32に流入したパージ気体はそのまま内側流路38に導入されるよう構成され、パージ気体は内側流路38を流通した後、外側流路36を流通して中空糸膜20の取付部へ流入する。

【0021】本実施例の場合も戻り流路32へ流入したパージ気体がまず入気導入パイプ18を介して入気と熱交換することによって、入気から水分を除去してドライ化し、同時にパージ気体をまたため、入気を冷却して中空糸膜20内外の水蒸気分圧差による除湿効果を高めて効率的に除湿させることができる。本実施例の装置の場合には上記実施例に比べて内側流路38、外側流路36の流路形成が容易になるという利点がある。

【0022】なお、本実施例では入気導入パイプ18内に入気を乱流化して流通させるためのリブ・スクリー・羽根50を設置した。リブ・スクリー・羽根50は入気の進行方向に向かってスクリー・山部が左旋回するよう形成された左回りのスクリー・羽根と、スクリー・山部が右旋回するよう形成された右回りのスクリー・羽根とが互いに連続するよう設計されており、旋回方向を逆転する位置にスクリー・羽根の一部を打ち抜いて開口部が設けられたものである。リブ・スクリー・羽根50を設置することによって入気が乱流化され、これによって入気導入パイプ18内に入気が通過する際の熱伝達を効率的に行うことが可能になる。なお、本実施例のリブ・スクリー・羽根に限らず入気を乱流化できる乱流手段であれば同様の効果が得られる。

【0023】図5は膜式気体ドライヤのさらに他の実施例を示す。この実施例の装置は密封容器60の上部に入排気ポート12を取り付けた縦型の装置で、入排気ポート12より導入口16から入気を導入し排気口17から除湿後の気体を送出する。本実施例の装置では密封容器60

0の内部に中空糸膜20を束状に収納する収納筒62を設け、収納筒62の外面と密封容器60との間を入気導入流路64としている。

【0024】導入口16から導入された入気は入気導入流路64を通過して収納筒62の下部側から中空糸膜20内に入り、除湿されて出口流路32内に排気される。除湿後の気体は排気口17から送出されるが、気体の一部は流量調節弁30を介してパージ気体として取り込まれ戻し流路32へ還流される。戻し流路32へ取り込まれたパージ気体は、中空糸膜20の上端側へ導かれ、中空糸膜20の外側を通過して入気を除湿し、パージ気体排気ポート66から排気される。

【0025】この実施例では入気とパージ気体との熱交換部68として、戻し流路32に取り込まれたパージ気体を中空糸膜20の導入口前段にパージ気体をいったん滞留させる滞留部を設けた。滞留部は収納筒62の外側に入気導入流路64内に延出させるよう筒状に設け、外面を凹凸面に形成して入気とパージ気体が効果的に熱交換できるようにした。本実施例の場合も、パージ気体が中空糸膜20に流入する前に入気とパージ気体を熱交換させることによって中空糸膜20で効果的な除湿作用を行わせることが可能になる。なお、図5で69はドレーン排出用のポートである。

【0026】以上、高分子分離膜を使用した気体ドライヤについて入気とパージ気体とを熱交換する熱交換部を設けた実施例について説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく中空糸膜を使用した種々タイプの気体ドライヤに対して同様に適用することが可能である。たとえば横置きタイプの装置に対しても本発明と同様な熱交換部を設けることが可能である。また、本発明に係る膜式気体ドライヤはエアの除湿に限らず、窒素ガス、フロンガス等の種々の気体の除湿に適用することができるものである。

#### 【0027】

【発明の効果】本発明に係る膜式気体ドライヤによれば、上述したように、パージ気体と入気との熱交換部を設けたことによって減圧後のパージ気体の相対湿度を下げると同時に入気に対しては冷却効果によって水分を除去する効果と入気の相対湿度を上げる作用をなすことにより、効率的な除湿を行うことができる。また、除湿作用が効率的になされることでパージ気体の流量を少なくすることができ、除湿気体をより効率的に得ることがで

きる。また、入気導入パイプを密封容器内に設置する配置とすることによって装置をコンパクトに形成して効率的な除湿を行うことができる。また、熱交換部で入気とパージ気体の通流方向を反対方向とし、または入気導入パイプ内に乱流手段を設けることによって熱交換作用を促進させてさらに効果的な除湿作用を得ることができる等の善効を奏する。

#### 【4面の簡単な説明】

【図1】膜式気体ドライヤの一実施例の内部構造を示す説明図である。

【図2】膜式気体ドライヤの一実施例の外面図である。

【図3】膜式気体ドライヤを使用して除湿する場合の各工程において水蒸気分圧が変動する様子を示すグラフである。

【図4】膜式気体ドライヤの他の実施例の内部構造を示す説明図である。

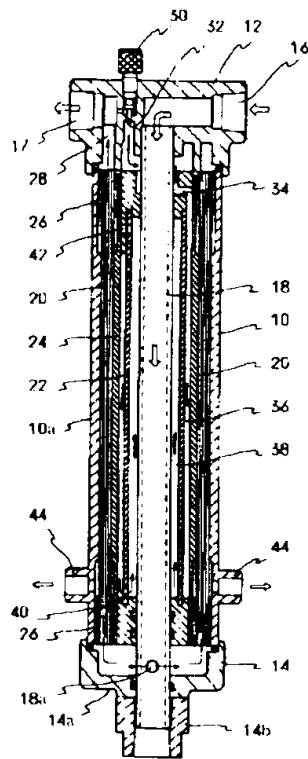
【図5】膜式気体ドライヤのさらに他の実施例の内部構造を示す説明図である。

【図6】膜式気体ドライヤの従来例の構成を示す説明図である。

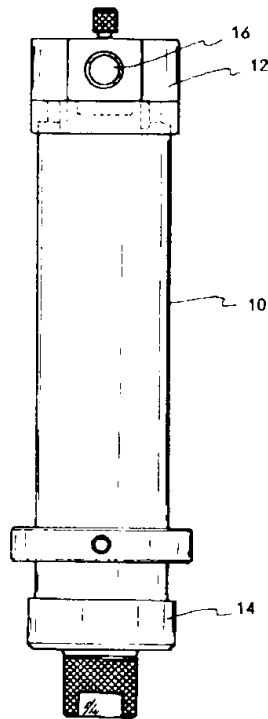
#### 【符号の説明】

- 10 ハウジング
- 10a 外筒
- 12 入排気ポート
- 14 ドレーン受けポート
- 14b 締付けキャップ
- 18 入気導入パイプ
- 18a 通気穴
- 20 中空糸膜
- 22 第1の内筒
- 24 第2の内筒
- 26 シール部
- 28 出口流路
- 30 流量調節弁
- 34、40、42 連通穴
- 36 外側流路
- 38 内側流路
- 44 排気ポート
- 50 リボンスクレー羽根
- 60 密封容器
- 62 収納筒
- 64 入気導入流路

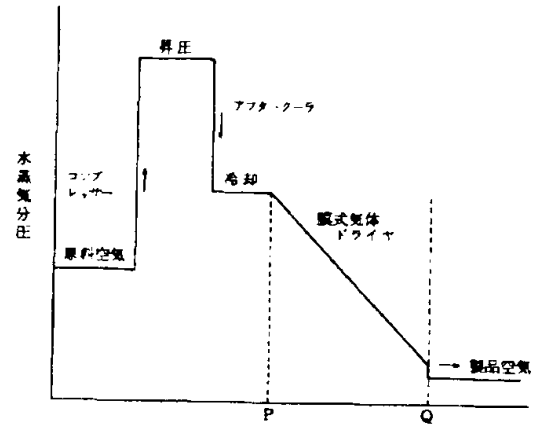
【図1】



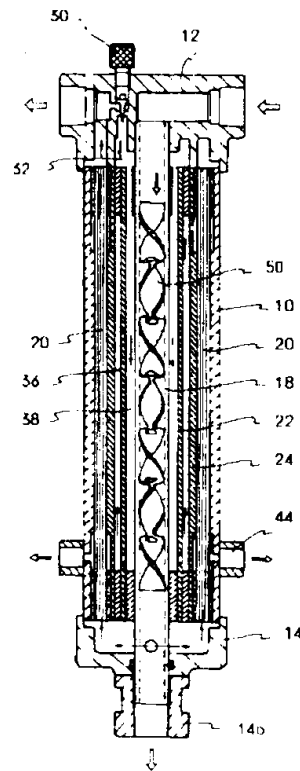
【図2】



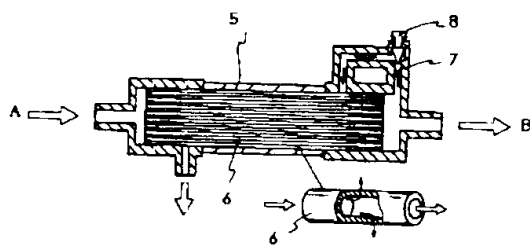
【図3】



【図4】



【図6】



【図5】

